

MANAJEMEN OPTIMAL POWER FLOW PADA JARING TERHUBUNG PV DILENGKAPI BATERAI MENGUNAKAN BELLMAN ALGORITHM

By
Rizky Ramadyan Widiarto
2212100012

Dosen Pembimbing :
Dr. Rony Seto Wibowo, S.T., M.T.
Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D.

Latar Belakang

Populasi Penduduk Meningkat



**Kebutuhan Energi
Listrik Meningkat**

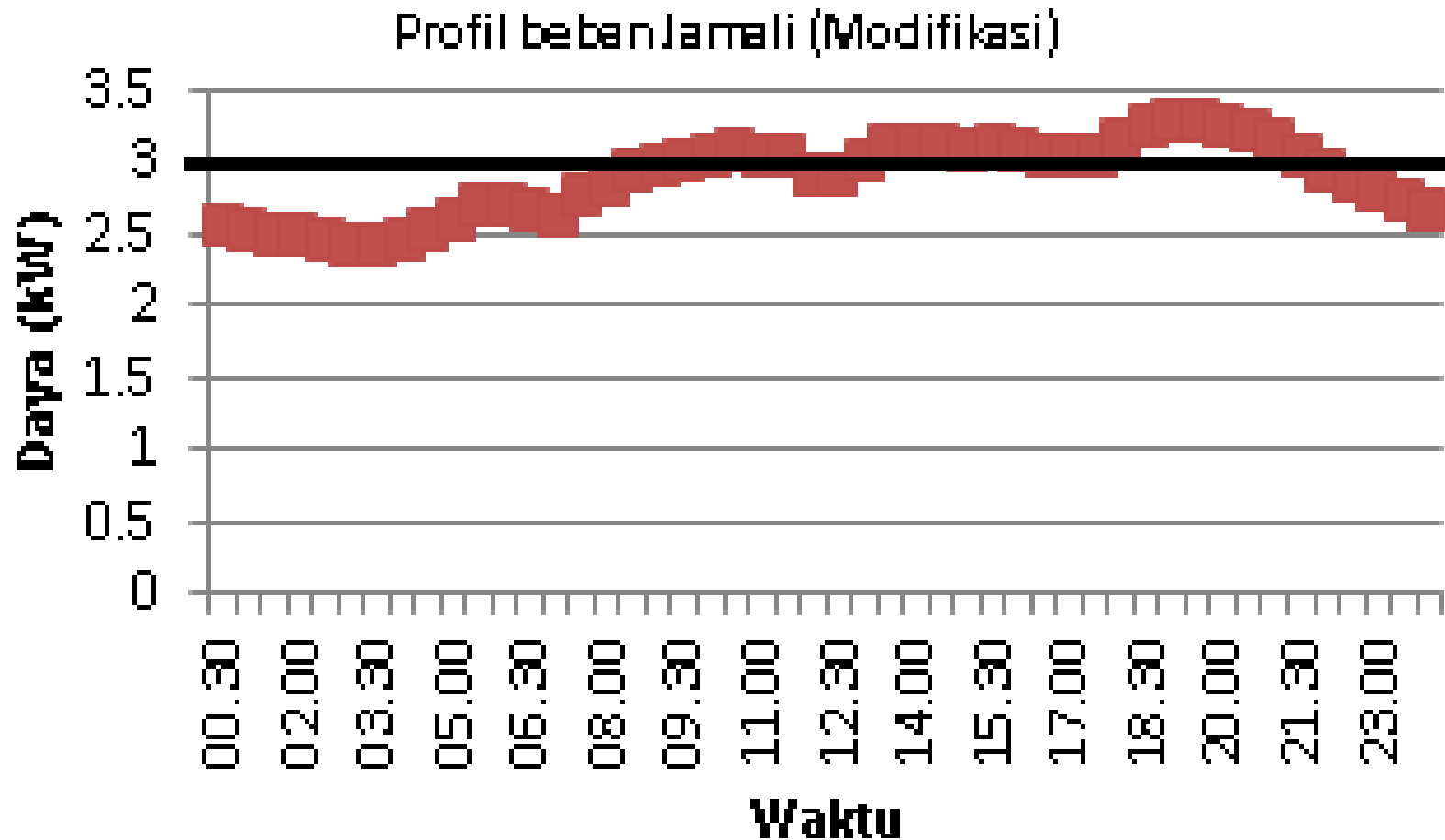
Menggunakan Energi Terbarukan



**Jumlah Energi
Fosil Menipis**



Profil Beban



****Penambahan PV**

Masalah



Penggunaan Terbatas

SOLUSI



Baterai

PEAK LOAD SHAVING



Mahal



Tujuan



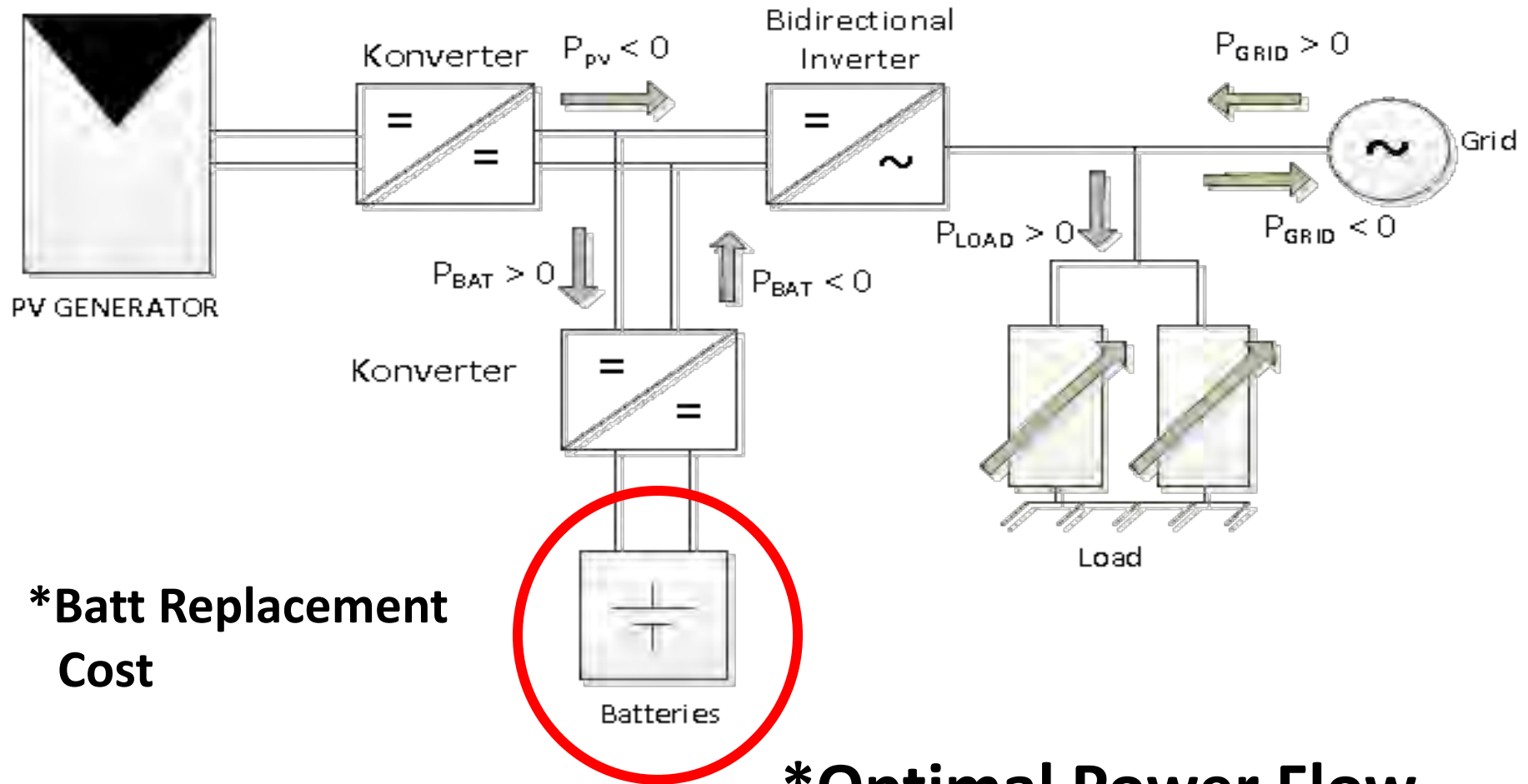
Aliran Daya

**Memenuhi
Kebutuhan Listrik**

Peak Load Shaving

Murah

Konfigurasi Sistem



***Batt Replacement Cost**

***Optimal Power Flow**

Grid /Jaring (PLN)

Sistem terkoneksi dengan jaring (grid-connected) PLN.
Grid digunakan sebagai sumber pemenuhan kebutuhan beban yang paling utama.

Biaya Grid

$$CP(t) = E_B(t) \times TDL$$

$$CR(t) = E_J(t) \times FiT$$

$$GridPLN(t) = CP(t) - CR(t)$$

$$TDL = \text{Rp. } 1.500,00/\text{kWh}$$

$$FiT = \text{Rp. } 3.250,00/\text{kWh}$$

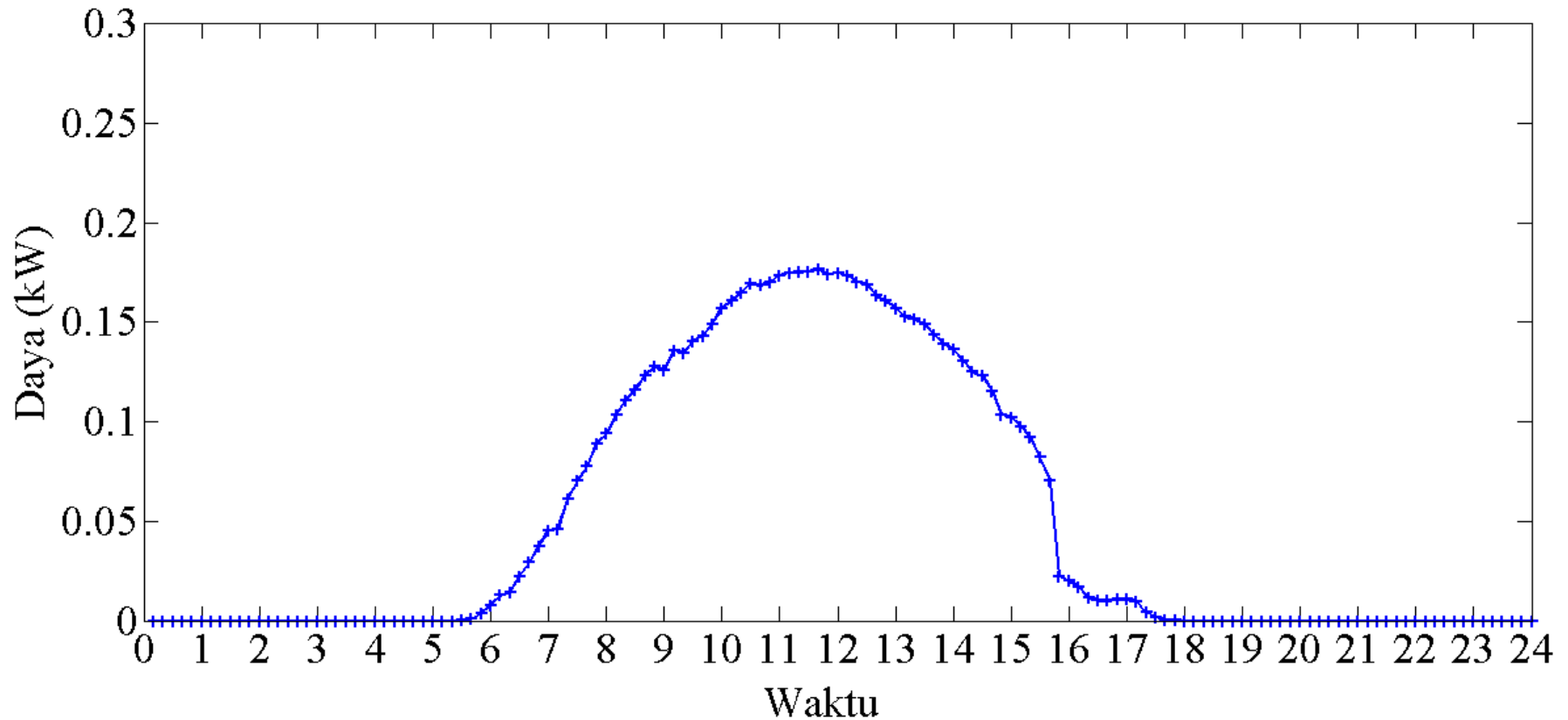
PV Generator (Sel Surya)

PV merupakan suatu sistem yang dapat mengubah energi yang terkandung dalam cahaya matahari secara langsung menjadi energi listrik.

$$P_{PV} = \left[P_{PV,STC} \times \frac{G_T}{G_{T,STC}} [1 - \gamma \times (T_j - T_r)] \right] \times N_{PVs} \times N_{PVp}$$

P_{max}	V_{oc}	V_{mpp}	I_{sc}	I_{mpp}	γ
245 W _p	37.5 V	30.8 V	8.49 A	7.96 A	0.034%/K

Output PV



*Data Radiasi dan suhu diambil dari AWS BMKG
Maritim Tanjung Perak

Konverter dan Inverter

- Ideal (No Losses)
- Bisa diatur arusnya (Programmable) -Baterai



Baterai

State of Charge

$$SOC(t) = \frac{C(t)}{C_{ref}(t)}$$



State of Health (Ageing)

$$SOH(t) = \frac{C_{ref}(t)}{C_{ref,nom}}$$

$$SOH(t) = \frac{C_{ref}(t-\Delta t)}{C_{ref,nom}} - Zx[SOC(t-\Delta t) - SOC(t)] \quad \longrightarrow \quad 80\%$$

$$Z = 3e-4$$

(Discharging)

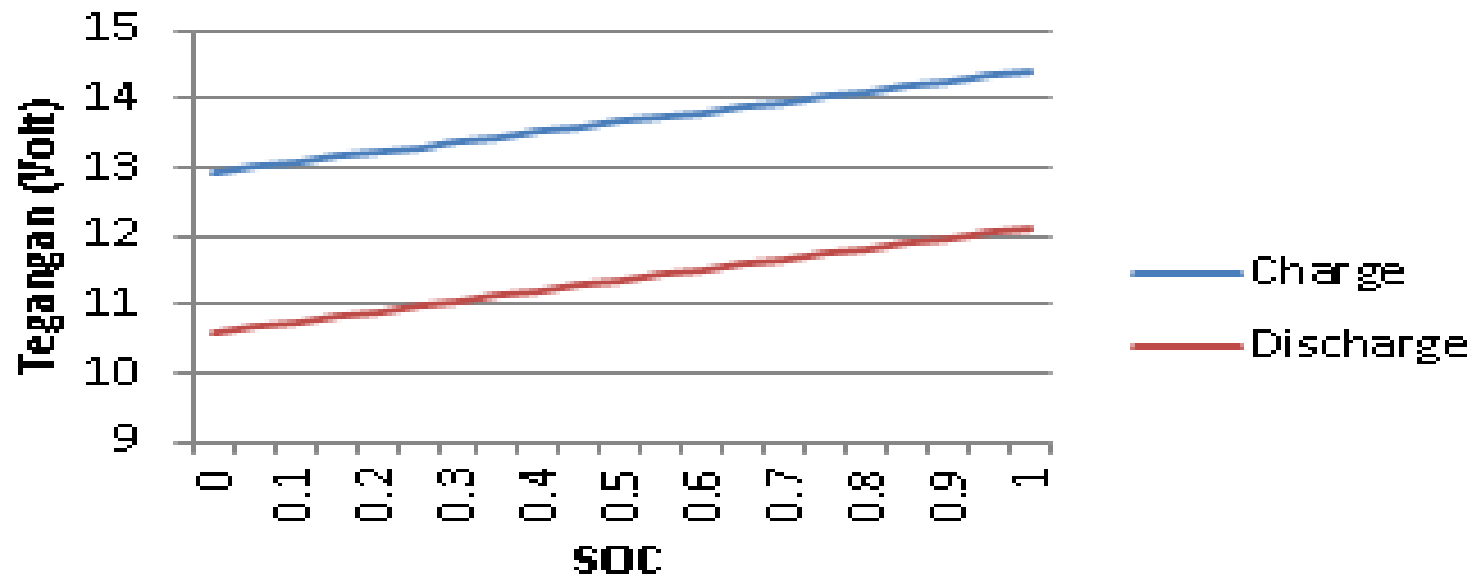
Baterai (lanjutan)

Battery Voltage

$$V_{BATT}(t) = [12.94 + 1.46 \times SOC(t)] \times N_{BATT_S} \quad (\text{charge})$$

$$V_{BATT}(t) = [12.13 - 1.54 \times (1 - SOC(t))] \times N_{BATT_S} \quad (\text{discharge})$$

Tegangan Vs SOC

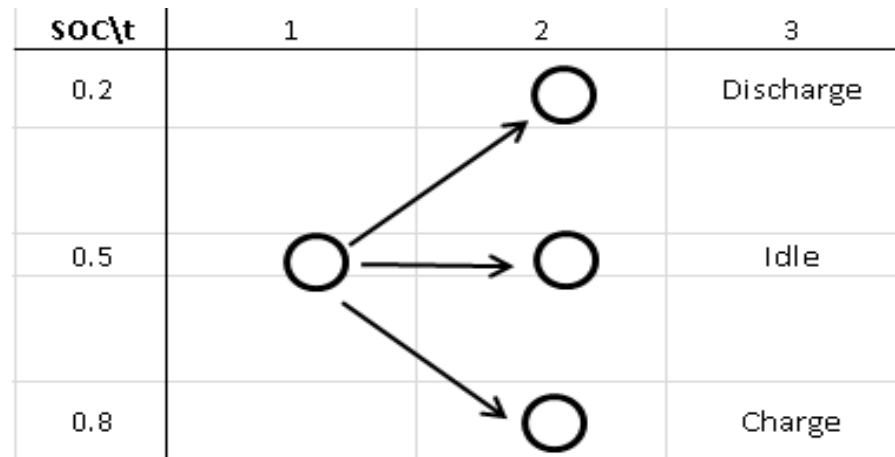


Perhitungan Daya Baterai

SOC

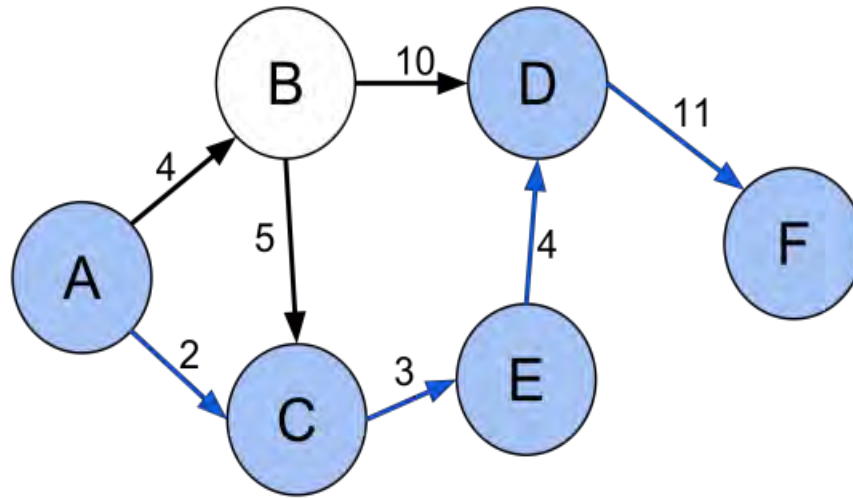
$$t_1 = 0.5$$

$$t_2 = 0.2$$



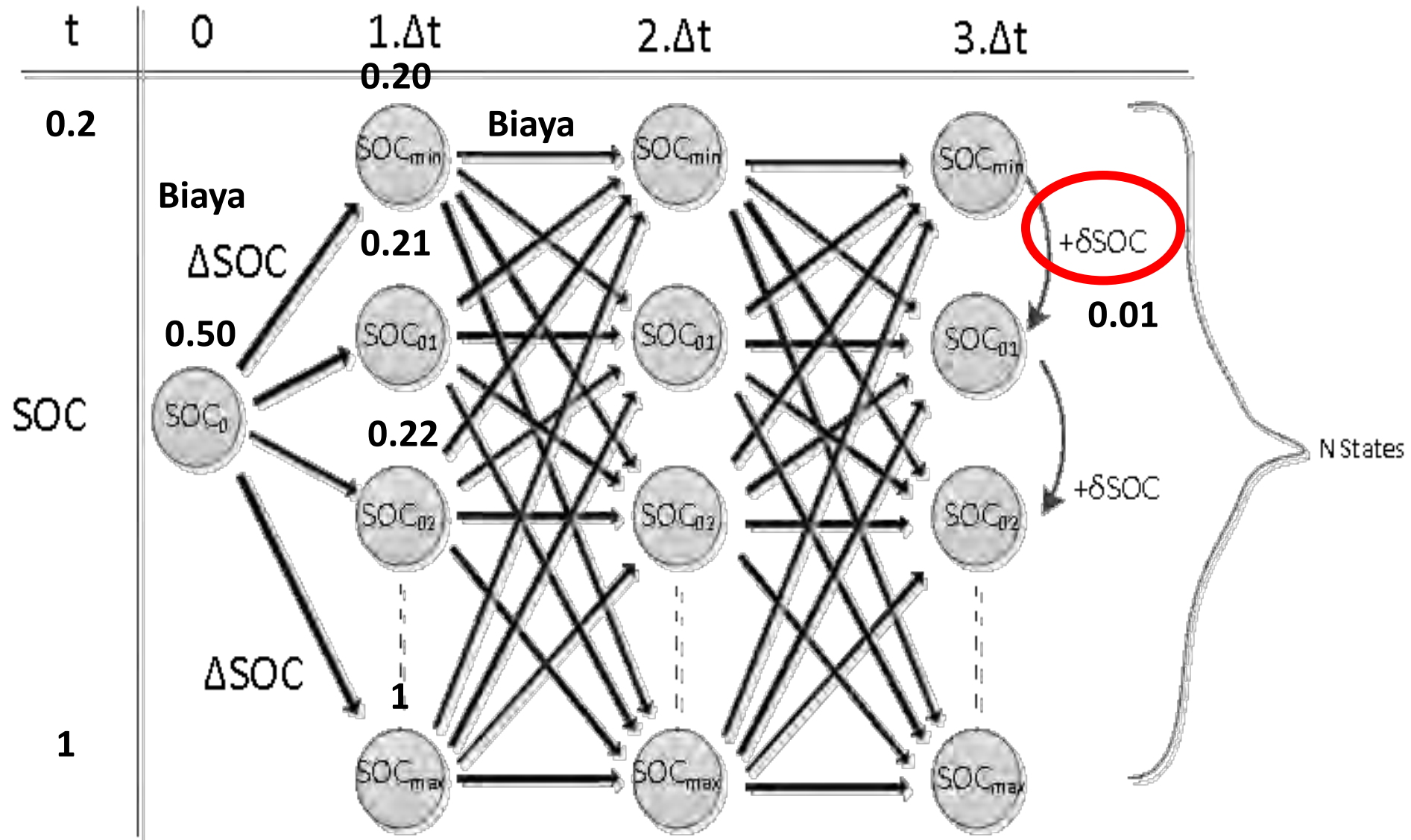
$$P_{Bat} = V_{BATt1} \times (SOC_{t2} - SOC_{t1}) \times \frac{Ah_{Bat} (Ah)}{Waktu(t2 - t1)(h)}$$

Bellman Algorithm



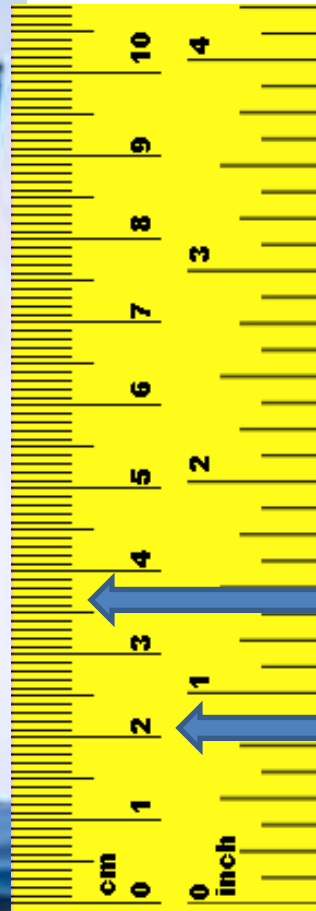
Mencari Shortest Path

Bellman Algorithm



Parameter δ SOC

Energi pada Baterai



- *Pengaturan charging baterai
- *Resolusi- ketelitian.
- *Besar arus charging

Ketelitian

Inchi

mm

Cm

Biaya Pergantian Baterai

$$\text{BrC}(t) = \text{BiC}_x \left(\frac{\Delta \text{SOH}}{1 - \text{SOH}_{\text{MIN}}} \right)$$

$$\text{Biaya Total} = \text{GridPLN} + \text{BrC}$$

Perhitungan biaya pemakaian baterai (BrC) *Battery Replacement Cost* dihitung ketika baterai melakukan proses **Discharging**

Formulasi Perhitungan

$$P_{GRID}(t) = P_{BAT}(t) + P_{BEBAN}(t) - P_{PV}(t)$$

$$SOC^{MIN} \leq SOC(t) \leq SOC^{MAX}$$

$$P_{BAT}^{MIN} \leq P_{BAT}(t) \leq P_{BAT}^{MAX}$$

$$P_{GRID}(t) \leq P_{GRID}^{MAX}$$

$$SOH(t) \geq SOH^{MIN}$$

Fungsi Objektif

$$\text{Min Cash} = \text{Min} \sum_{t=t_0}^T CP(t) - CR(t) + BrC(t)$$

Kapasitas PV, Baterai

Berapakah Kapasitas PV dan Baterai yang harus digunakan?

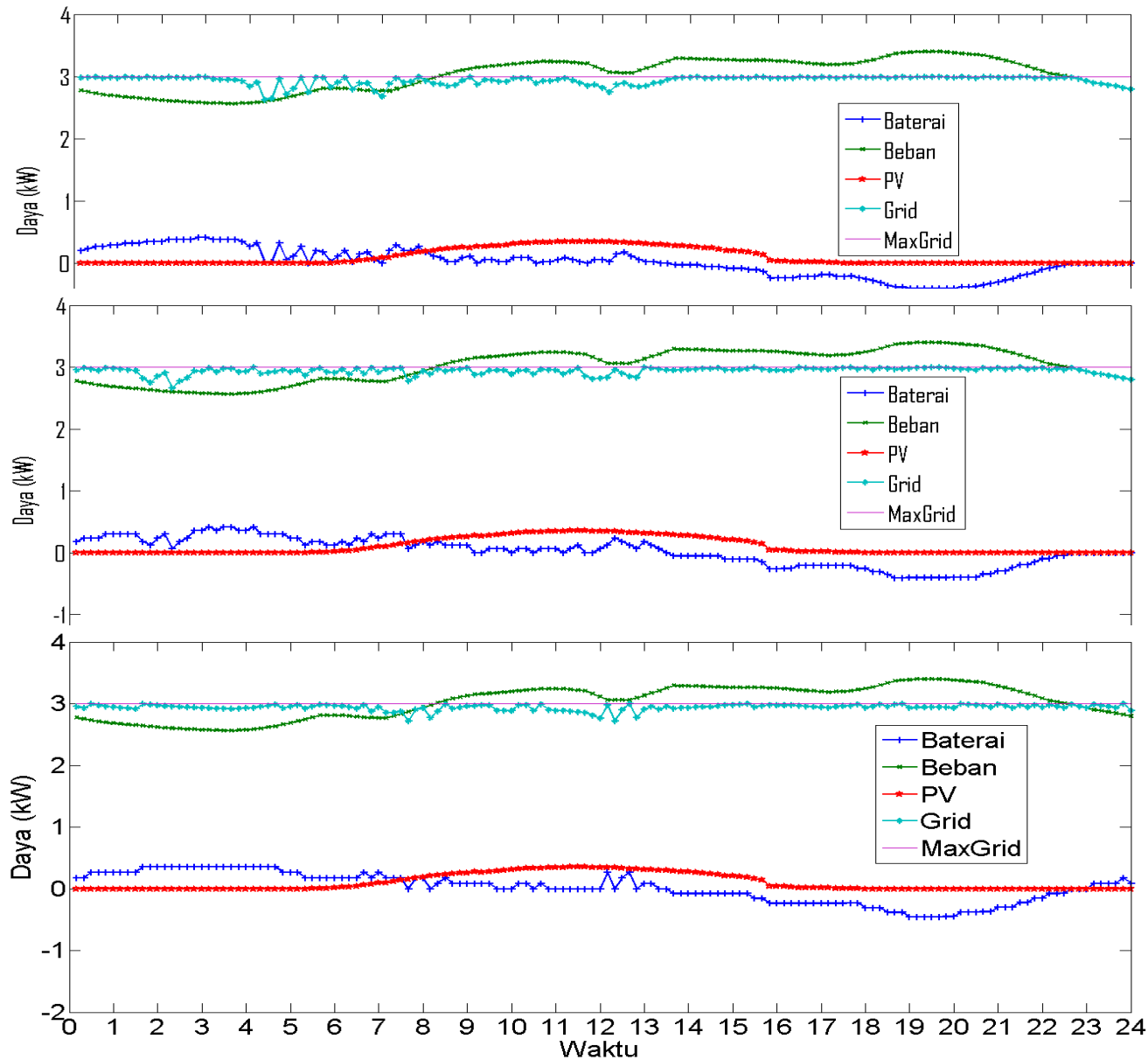
- Profil Beban
- Grid
- Data Data lain

	Perhitungan	Realisasi
PV	255.3 Wp	2x245 Wp
Baterai	345.36 Ah	24x15Ah

Program dan Simulasi

- Menggunakan MATLAB
- INPUT DATA
- SIMULASI δ SOC BERBEDA
- SIMULASI SELAMA 24 JAM
- ASUMSI BEBAN TETAP SETIAP HARI
- ASUMSI OUTPUT PV TETAP SETIAP HARI
- SOC BATERAI \rightarrow SAMA SETIAP HARI \rightarrow SOC (awal=akhir)

Hasil (Power Flow)



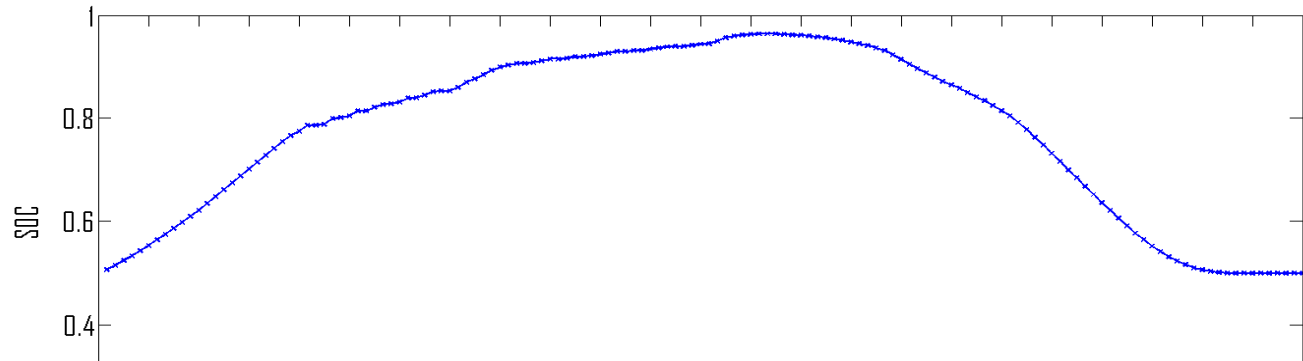
$\delta SOC = 0.001$

$\delta SOC = 0.002$

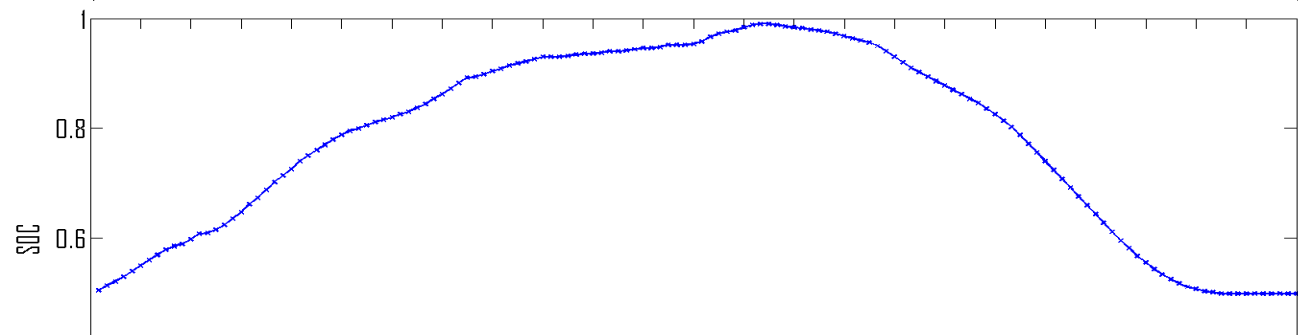
$\delta SOC = 0.003$

Hasil (SOC)

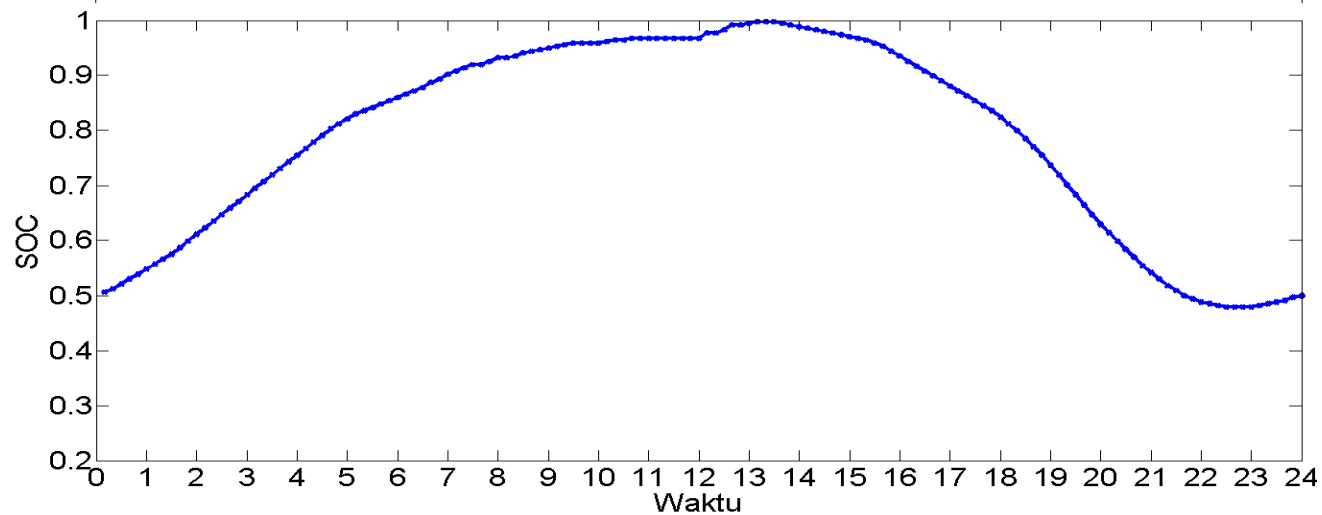
$\delta\text{SOC}=0.001$



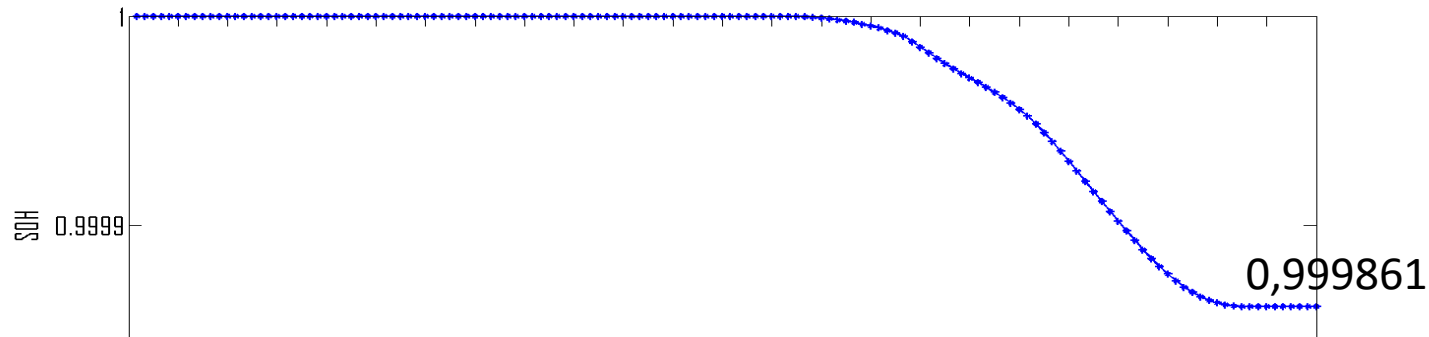
$\delta\text{SOC}=0.002$



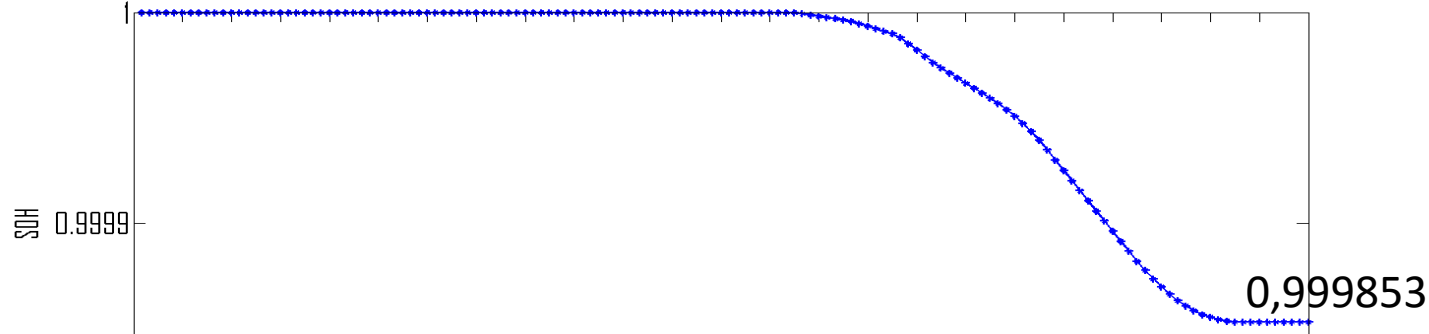
$\delta\text{SOC}=0.003$



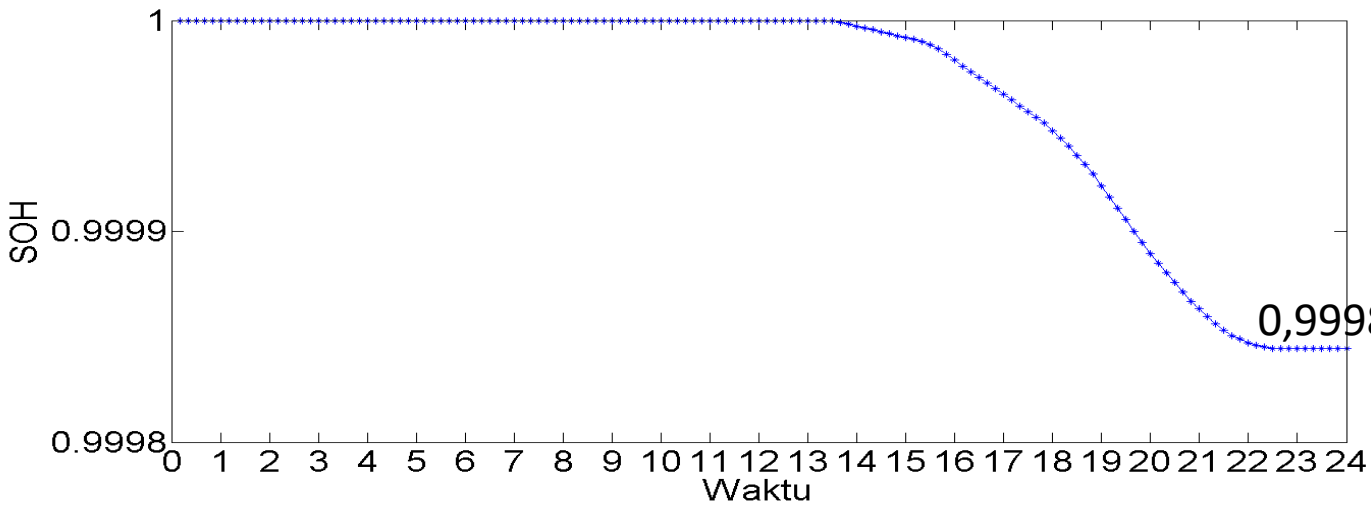
Hasil (SOH)



$\delta SOC = 0.001$

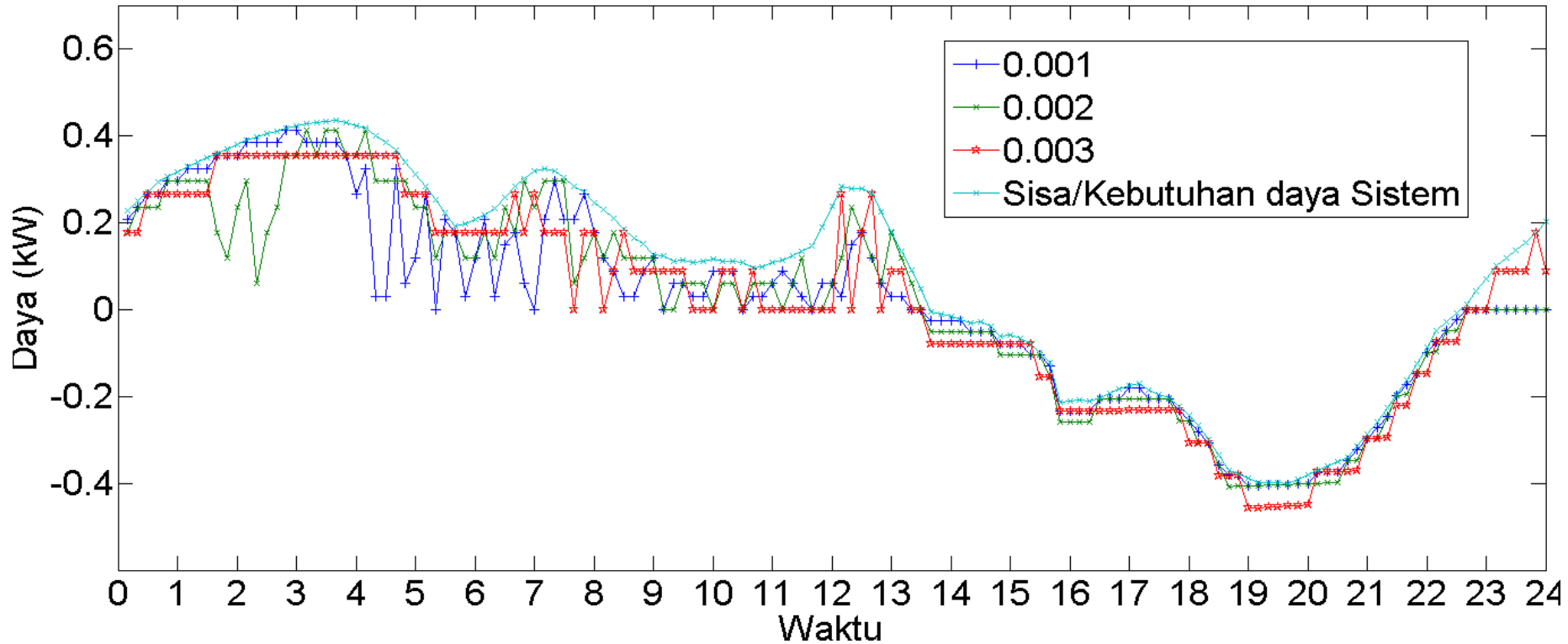


$\delta SOC = 0.002$



$\delta SOC = 0.003$

Hasil (Energi Baterai)



δSOC	BrC	Grid Cost	Total Cost	Total energi BAT (kWh)
0.001	10.941	105.781	116.722	0.324824
0.002	11.554	105.803	117.357	0.339469
0.003	12.238	105.835	118.073	0.361362

Usia Baterai

$$Age = \frac{1-0.8}{1-SOH(1)} \text{ hari}$$

$$\delta SOC = 0.001$$



$$Age = \frac{0.2}{1-0,999861} \text{ hari} = 3.9 \text{ tahun}$$

$$\delta SOC = 0.002$$



$$Age = \frac{0.2}{1-0,999853} \text{ hari} = 3.72 \text{ tahun}$$

$$\delta SOC = 0.003$$



$$Age = \frac{0.2}{1-0,999844} \text{ hari} = 3.5 \text{ tahun}$$

*Sesuai pengaturan arus baterai

Kesimpulan

- Program simulasi yang telah dibuat mampu melakukan perhitungan untuk mencari aliran daya optimum dari sistem sesuai dengan profil beban
- Penggunaan baterai menambah biaya pengeluaran untuk pergantian baterai yang dalam tugas akhir ini dicicil dan dihitung dari seberapa besar biaya pemakaian baterai
- Semakin besar nilai δSOC biaya total menjadi lebih mahal akibat biaya baterai yang meningkat.
- Baterai mampu melakukan tugas sebagai peak load shaving ketika beban puncak melebihi nilai maksimum grid dengan cara baterai akan charge ketika beban rendah dan discharge ketika beban puncak.
- Semakin kecil δSOC maka usia baterai semakin lama.

Terima Kasih